

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-057534

(43)Date of publication of application : 25.02.2000

(51)Int.Cl.

G11B 5/39

(21)Application number : 10-242585

(71)Applicant : READ RITE SMI KK

(22)Date of filing : 12.08.1998

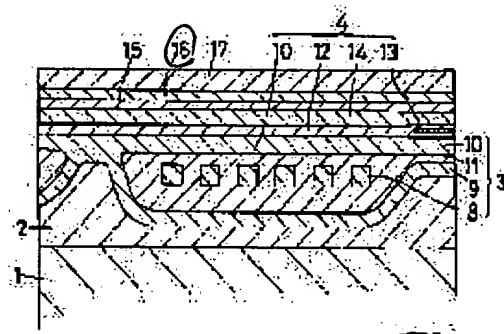
(72)Inventor : IIZUKA DAISUKE

(54) COMBINED THIN-FILM MAGNETIC HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To assure thermal reliability and to obtain products having high practicability by forming an inverse type combined thin-film magnetic head as the magnetic head having good dispersibility of the heat generated in MR elements.

SOLUTION: An electromagnetic induction type thin-film magnetic head 3, a magneto-resistive thin-film magnetic head 4, a first protective film 5, a heat dispersion layer 16 having the thermal conductivity higher than the thermal conductivity of this first protective film 15 and a second protective film 17 are sequentially formed on a substrate 1. As a result, the heat generated from the MR elements may be dispersed to the heat dispersion layer of the uppermost layer and the protective films and the thermal reliability may be assured even if the inverse type MR-inductive combined thin-film magnetic head is formed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the so-called in berth type with which the electromagnetic-induction mold magnetic head for writing was formed ahead of the magneto-resistive effect mold magnetic head for read-out of compound-die thin film magnetic head.

[0002]

[Description of the Prior Art] By high performance-ization of a computer etc., the miniaturization of magnetic recording media, such as hard DISK equipment, and high capacity-ization are demanded. However, a medium rate will become slow, so that the medium rate of a hard disk drive unit may be dependent on the diameter of a disk, and the usual magnetic recording medium is miniaturized. Therefore, in the induction type magnetic head, if a magnetic recording medium is miniaturized and a medium rate becomes slow in order that a playback output may be dependent on a medium rate, a playback output will decline.

[0003] On the other hand, the magneto-resistive effect component using the magneto-resistive effect film from which resistivity changes with fields The magneto-resistive effect mold thin film magnetic head (henceforth an "MR head") which detects resistance change of (calling it "MR component" hereafter) as playback output voltage The playback output is not dependent on a medium rate, even if a medium rate is slow, it has the description that a high playback output is obtained, and they are the formation of small large capacity of a magnetic recording medium, and the thing which can realize especially small large capacity-ization of a hard disk drive unit.

[0004] Moreover, in order to attain the further small large capacity-ization, the multilayers GMR head and spin bulb GMR head (SV head) using the giant magneto-resistance of artificial grid multilayers or the spin bulb film are also at a quick pace, and are developed.

[0005] Since these MR heads and a GMR head can perform only playback, it reproduces by the MR head by compounding with the electromagnetic-induction mold thin film magnetic head as a head for information record, and carrying out a laminating, and the compound-die thin film magnetic head which performs record by the induction type thin film magnetic head is adopted widely.

[0006] Although the MR head was formed, and the laminating of the induction type thin film magnetic head is carried out and it is first formed upwards on the substrate, in case many of such the compound-die thin film magnetic heads form the induction type thin film magnetic head, since the heat treatment process is required, it will require high heat also for an MR head. For example, it is in charge of formation of the thin film coil for record of the induction type thin film magnetic head, and in order to carry out flattening of the resist for an insulation, or to improve the omission by etching and to improve the configuration of a coil, a resist may be calcinated several times at about 280 degrees. Then, naturally high heat will start the MR head already formed in the bottom of this.

[0007] Thus, if high heat starts an MR head, the magneto-resistive effect of MR component will deteriorate. Since especially a GMR component consists of a metal cascade screen of about several nm thickness, diffusion will arise in the interface between each class, a film property will deteriorate, and magnetic-reluctance rate of change will decrease sharply.

[0008] Therefore, even if it uses an MR head, when it considers as the compound-die thin film magnetic head, by heat treatment accompanying formation of the induction type thin film magnetic head, there is a problem that high playback sensibility is no longer obtained, and it becomes a serious problem in the GMR head using a GMR component especially.

[0009] Then, after forming the induction type thin film magnetic head for record in recent years, the so-called in berth type which prevented that the playback sensibility of an MR head deteriorated by heat treatment at the time of forming an MR head and forming the induction type thin film magnetic head of compound-die thin film magnetic head is developed

(for example, refer to JP,9-245321,A).

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although it can prevent that the in berth type compound-die thin film magnetic head destroys the magneto-resistive effect of MR component in the manufacture process, and playback sensibility deteriorates, since it was not took into consideration about the heat transfer of the heat generated from MR component (lead element) but a problem was in thermal dependability, the conventional in berth type compound-die thin film magnetic head was not what may be put in practical use.

[0011] When it explains referring to a drawing, the old non-in berth type compound-die thin film magnetic head The electrode layer connected to the both ends of MR component film 45 which has MR components which consist of the under coat 42 which consists of an alumina on the Al Chick substrate 41, lower layer shielding 43, and an alumina as shown in drawing 5 , such as the lower insulating layer 44 and a permalloy, and this MR component film (not shown), The laminating of the up insulating layer 46 and the upper shielding 47 is carried out one by one, and the MR head is constituted.

[0012] Furthermore, the upper shielding 47 of this MR head is made common with the lower layer core of the induction type thin film magnetic head, and on this lower layer core 47, after carrying out the laminating of the insulating layer 48, the induction coil layer 49 is formed. After covering this coil layer 49 with an insulator 50, the electromagnetic-induction mold thin film magnetic head is constituted by carrying out the laminating of the upper core 51. Then, laminating formation of the protective coat 52 is carried out at the whole.

[0013] In this non-in berth type compound-die thin film magnetic head, since the MR component 45 will be arranged near the Al Chick substrate 41, the heat generated from this MR component 45 is distributed by the Al Chick substrate 41 with good heat-conducting characteristic, and thermal dependability can be secured.

[0014] On the other hand, as the structure of the in berth type compound-die thin film magnetic head is shown in drawing 6 , the induction type thin film magnetic head is formed on the Al Chick substrate 61 by carrying out the laminating of the under coat 62 which consists of an alumina, the lower layer core 63, an insulator 64, a coil 65, a gap 66, and the upper core 67 one by one.

[0015] The upper core 67 of this head is made common with lower layer shielding of the magneto-resistive effect mold thin film magnetic head, and an MR head is formed on this lower layer shielding 67 by carrying out the laminating of an insulating layer 68, the MR component 69, and the upper shielding 70. And covering formation of the protective coat 71 which becomes the whole surface from an alumina is carried out.

[0016] In this conventional in berth type compound-die thin film magnetic head, since the thick layer (it is a protective coat 71 to an under coat 62 and a list) of the upper part of MR component and an alumina with caudad low heat-conducting characteristic exists, as for the heat generated from MR component, the inside of the vertical shielding layer 67 with comparatively high heat-conducting characteristic and 70 is mainly transmitted. However, since the thickness of these shielding layers 67 and 70 is thin, thermal resistance becomes large and a problem will produce it in thermal dependability.

[0017] Then, in the in berth type compound-die thin film magnetic head, this invention guarantees thermal dependability for the dispersibility of the heat generated in MR component as a good thing, and aims at obtaining the high product of practicality.

[0018]

[Means for Solving the Problem] This invention provided the following technical means, in order to solve the above-mentioned technical problem. Namely, as for the compound-die thin film magnetic head of this invention, it comes to carry out sequential formation of a heat dispersion layer with thermal conductivity higher than the electromagnetic-induction mold thin film magnetic head, the magneto-resistive effect mold thin film magnetic head, the 1st protective coat, and the 1st protective coat, and the 2nd protective coat on a substrate.

[0019] According to this in berth type compound-die thin film magnetic head, a heat dispersion layer with high thermal conductivity becomes easy to distribute the heat generated by the 1st protective coat and 2nd protective coat from the magneto-resistive effect component (MR component) of the magneto-resistive effect mold thin film magnetic head, securing sufficient thickness as a protective coat. Moreover, the ingredient which constitutes a heat dispersion layer does not need to be an insulating material, and since the width of face of selection of an ingredient becomes very large, the proper ingredient in consideration of the property of productivity, cost, and the magnetic head etc. can be used for it.

[0020] As an ingredient which constitutes a heat dispersion layer, in addition, specifically Silver (Ag), aluminum (aluminum), gold (Au), copper (Cu), molybdenum (Mo), Inorganic materials, such as AlN, BeO, BN, and SiC, are employable as non-magnetic metal, such as a tungsten (W), palladium (Pd), lead (Pb), a rhodium (Rh), carbon (C), a tantalum (Ta), tin (Sn), and silicon (Si), and these alloys, and a list.

[0021] In the above-mentioned compound-die thin film magnetic head, if the 1st protective coat is formed in a thin film rather than the 2nd protective coat, although the heat generated in the magneto-resistive effect component will pass the 1st protective coat easily and will improve the dispersibility of heat, each class can be certainly protected by the 2nd protective coat thicker than the 1st protective coat.

[0022] Moreover, this invention forms said protective coat on a substrate in the electromagnetic-induction mold thin film magnetic head, the magneto-resistive effect mold thin film magnetic head, and the compound-die thin film magnetic head by which sequential formation of the protective coat was carried out by the cascade screen with an insulator or an alumina with thermal conductivity higher than an alumina. Also in this magnetic head, as compared with the conventional in berth type compound-die thin film magnetic head in which the protective coat was formed with the alumina, the propagation nature of the heat generated in MR component becomes good, and thermal dependability is guaranteed.

[0023] As an insulator which constitutes this protective coat, alumimium nitride (AlN) is employable.

[0024] Moreover, the cascade screen of an alumina and an insulating material with thermal conductivity higher than it can also constitute the protective layer on the magneto-resistive effect mold thin film magnetic head.

[0025]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on a drawing.

Drawing 1 is the sectional view of the compound-die thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention. This thin film magnetic head On the Al Chick substrate 1 (aluminum2 O3-Ti-C system substrate) with which the laminating of the under coat 2 which consists of an alumina layer was carried out It comes to carry out laminating formation of the heat dispersion layer 16 with thermal conductivity higher than the electromagnetic-induction mold thin film magnetic head 3, the magneto-resistive effect mold thin film magnetic head (MR head) 4, the 1st protective coat 15, and the 1st protective coat 5, and the 2nd protective coat 17 one by one.

[0026] The induction type thin film magnetic head 3 is equipped with the coil 8 which consists of copper (Cu) film, the lower layer core 9 (record inductive lower soft magnetism membrane layer) located under this coil 8, and the upper core 10 (record inductive up soft magnetism membrane layer) located above the coil film 8, and the lower layer core 9 and the upper core 10 are connected in the core of a coil 8.

[0027] Moreover, the bosselation of the magnetic-medium opposite section (right-hand side edge of drawing 1) of the lower layer core 9 is carried out to the upper part, it is close to the magnetic-medium opposite section of the upper core 10, and a magnetic gap is constituted by this part. Moreover, it fills up with the insulating materials 11, such as an alumina (aluminum 2O3), between the lower layer core 9 and the upper core 10, and the coil 8 is laid underground into this insulating material 11. In addition, the top face of the upper core 10 is formed evenly.

[0028] Lower layer shielding of MR head 4 of the upper core 10 is a thing. This magnetic head 4 Said lower layer shielding magnetic-substance film 10 and the insulator layer 12 which consists of non-magnetic material, such as an alumina, It has the magneto-resistive effect component film 13 (MR component film) laid under the magnetic-medium opposite section of this insulator layer 12, the electrode (not shown) laid underground into the insulator layer 12 while connecting with the both ends of this MR component film 13, and the upper shielding magnetic-substance film 14 which consists of soft magnetism film.

[0029] In addition, as the above-mentioned MR component film 13, various things, such as SAL bias MR film, dual stripe MR film, spin bulb GMR film, and multilayers GMR film, can be used. Moreover, by arranging the magnetic-domain control film at the edge of a magnetic film, and single-domain-izing a freedom side magnetic film, the wave fluctuation called the Barkhausen noise by the field from the outside can be canceled, and a good playback output can be obtained.

[0030] Moreover, as a soft magnetic material which constitutes the lower layer core 9, the upper core (lower layer shielding) 10, and the upper shielding 14, a permalloy (NiFe alloy), a FeAl alloy, Co system amorphous alloy, etc. are employable, and in order to make good distribution of the heat generated in a magnetic force sencor 13, what has high thermal conductivity is adopted preferably.

[0031] On the upper shielding 14, the laminating of the 1st protective layer 15 which consists of non-magnetic material, such as an alumina, is carried out, on this protective layer 15, the laminating of the thermally conductive high heat dispersion layer 16 is carried out rather than an alumina, and the laminating of the 2nd protective layer 17 which consists of non-magnetic material, such as an alumina, on this heat dispersion layer 16 is carried out. The above-mentioned heat dispersion layer 16 is constituted from the 1st protective coat 15 and 2nd protective coat 17 by the thermally conductive high quality of the material.

[0032] The 1st protective layer 15 is formed in the thin film rather than the 2nd protective layer 17. Specifically, the thickness of 0.05 micrometers or more and the 2nd protective coat has [the thickness of the 1st protective layer 15] desirable 3 micrometers or more. Moreover, the thickness of the heat dispersion layer 16 has desirable 2 micrometers or more.

[0033] Next, drawing 2 explains briefly the production process of the above-mentioned compound-die thin film magnetic head. First, an under coat 2 is formed by vapor-depositing an alumina by sputtering etc. on the Al Chick substrate 1, wet etching or dry etching by Ar ion is given to this under coat 2, and a crevice 21 is formed in it except for the opposite field a with a magnetic-recording medium, and the vertical core connection b.

[0034] Next, the laminating of the lower layer core 9 (record inductive lower magnetic film layer) which follows the crevice 21 which adjoins the opposite field a and this over the core connection field b is carried out, and it is formed. Then, after carrying out the laminating of the insulating layer 22 which consists of an alumina in a crevice 21, laminating formation of the coil 8 is carried out on this insulating layer 22. Next, a resist is applied, a crevice 21 is filled up with the insulating material 23 which covers a coil 8 except for the above-mentioned opposite field a and the connection field b, it heat-treats by about 220-degreeC-280-degreeC, and an insulating material 23 is stiffened.

[0035] Next, after carrying out the laminating of the alumina and forming the magnetic gap layer 24 (the 1st insulator layer), opening is formed in the gap layer 24 in the core connection field b. The thickness of this gap layer 24 serves as a light gap. Subsequently, it connects with the lower layer core 9 through opening which formed the upper core 10 (record inductive up magnetic film layer) on the gap layer 24, and was formed in the gap layer 24. And the whole surface is graduated with a well-known flattening technique after that.

[0036] Of the above process, the induction type thin film magnetic head 3 is formed.

[0037] The upper core 10 of the induction type thin film magnetic head 3 is made common with lower layer shielding of MR head 4, and forms the lower gap layer 25 (the 2nd insulator layer) by carrying out the laminating of the alumina after this lower layer shielding 10. Then, the MR film 13 is formed on the lower gap layer 25. Furthermore, after carrying out the laminating of the electrode layer (not shown) connected to the both ends of the MR film 13, laminating formation of the wrap up gap layer 26 is carried out for these MR(s) film 13 and an electrode layer. In addition, the above-mentioned insulator layer 12 is constituted by these gap layers 25 and 26.

[0038] Then, MR head 4 is constituted by carrying out laminating formation of the upper shielding 14.

[0039] On this MR head 4, laminating formation of the 1st protective coat 15 is carried out, laminating formation of the heat dispersion layer 16 is carried out by sputtering, ion plating or plating, etc. on this 1st protective coat 15, and laminating formation of the 2nd protective coat 17 is carried out at this heat dispersion layer 16 top.

[0040] Since according to the magnetic head concerning this above-mentioned operation gestalt it writes in before formation of the MR component 13 and the head 3 is formed When a resist is used as an insulating material 23 with which a coil 8 is insulated, even if it performs heat-treatment for hardening of a resist It can prevent that the configuration element of the non-magnetic metal layer pinched by the soft magnetism layer mixes in those soft magnetism layers with heating, and can prevent that the MR component 13 deteriorates by this.

[0041] Furthermore, when the heat dispersion layer 16 exists, thermal resistance of heat generated with the MR component 13 can decrease, it can press down the temperature rise of the MR component 13, and, thereby, can guarantee thermal dependability.

[0042] Drawing 3 is the sectional view of the compound-die thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention, and it explains a different configuration and the different operation effectiveness while it attaches a same sign about the same configuration as the gestalt of implementation of the above 1st and omits detail explanation.

[0043] With this operation gestalt, laminating formation of the single protective coat 18 which consists of an insulator with the heat conductivity higher than an alumina, for example, alumimium nitride, (AlN), diamond-like carbon (DLC), etc. on MR head 4 is carried out by the spatter, the plasma-CVD method, the reactant spatter, etc. Since a laminating process decreases while being able to press down the temperature rise of the MR component 13 and being able to guarantee thermal dependability by this also according to this 2nd operation gestalt by making a protective coat 18 distribute widely the heat generated with the MR component 13, manufacture cost reduction etc. can be planned.

[0044] Drawing 4 is the sectional view of the compound-die thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention, and it explains a different configuration and the different operation effectiveness while it attaches a same sign about the same configuration as the gestalt of implementation of the above 1st and omits detail explanation. Although the gestalt of the 1st operation has the lamination which was mentioned above and which sandwiched the heat dispersion layers 16, such as alumimium nitride (AlN), between the 1st protective coat 15, such as an alumina, and the 2nd protective coat 17, the compound-die thin film magnetic head concerning the gestalt of the 3rd operation shown in drawing 4 shows the example which multilayered the protective layer on MR head 4 more.

[0045] this operation gestalt -- an MR head 4 top -- the 1st alumina layer 19, the 1st alumimium nitride (AlN) layer 20, 2nd alumina layer 19', and the 2nd alumimium nitride layer 20 -- the laminating of "3rd alumina layer 19" is carried out one by one. this operation gestalt -- the alumina layer 19, 19', and 19 -- the laminating of "and the alumimium nitride

layers 20 and 20' is carried out by turns, and the protective layer 21 is constituted by these. By carrying out the laminating of the alumina layer 19 and the alumimium nitride layer 20 to congruence stratified voice, this operation gestalt raises the heat transfer rate as the protective layer 21 whole, and means pressing down the temperature rise of the MR component 13. Although a total of five-layer laminating of the alumina layer 19 and the alumimium nitride layer 20 is carried out and they constitute the protective layer 21 from an operation gestalt shown in drawing 4, the number of layers is arbitrary, the every laminating of the alumina layer 19 and the alumimium nitride layer 20 could only be carried out further, and the laminating of a total of 6 more than layer may be carried out conversely. It should consider so that the reinforcement and rigidity which is equal to the mechanical strength and the rigidity of a well-known protective layer as the protective layer 21 whole may be demonstrated on the occasion of determining the number of layers and thickness of the alumina layer 19 and the alumimium nitride layer 20. Moreover, although this operation gestalt explained the example which carried out the laminating of the alumina layer 19 and the alumimium nitride layer 20, of course instead of the alumimium nitride layer 20, inorganic material layers, such as BeO and SiC, are also employable as nonmagnetic metals, such as Ag and aluminum, and those alloy layers, and a list.

[0046] As mentioned above, although three operation gestalten were explained, this invention is not limited to the gestalt of the above-mentioned implementation, and can carry out a design change suitably.

[0047]

[Effect of the Invention] According to this invention, though considered as the in berth type MR-inductive compound-die thin film magnetic head, the heat generated from MR component can be distributed to the heat dispersion layer and protective coat of the maximum upper layer, and thermal dependability can be secured. In using the spin bulb GMR film which consists of an antiferromagnetism layer, a fixed side magnetic layer, a non-magnetic layer, and a freedom side magnetic layer especially They are several 10 MA/cm² to a head. Although the need of aging by electromigration arising and preventing the temperature rise of the GMR component which is a magnetic force sencor is large since the current of extent is passed, according to this invention The dispersibility of the heat generated in a GMR component can consider as a good thing, and the property of a spin bulb GMR head can be improved greatly.

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-57534

(P2000-57534A)

(43)公開日 平成12年2月25日(2000.2.25)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード(参考)

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

5 D 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数5 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平10-242585

(22)出願日 平成10年8月12日(1998.8.12)

(71)出願人 392034355

リードライト・エスエムアイ株式会社

大阪府三島郡島本町江川2丁目15番17号

(72)発明者 飯塚 大助

大阪府三島郡島本町江川2丁目15番17号

リードライト・エスエムアイ株式会社内

(74)代理人 100100480

弁理士 藤田 隆

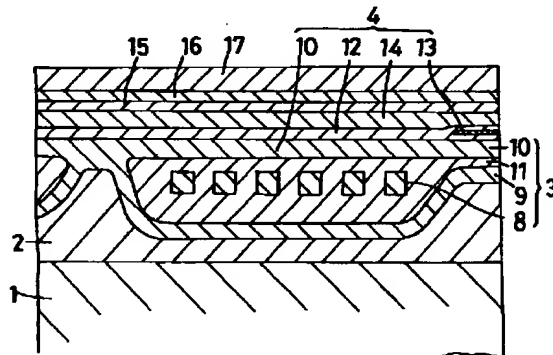
Fターム(参考) 5D034 BA02 BA21 BB03 CA02

(54)【発明の名称】 複合型薄膜磁気ヘッド

(57)【要約】

【課題】 インバースタイプ複合型薄膜磁気ヘッドにおいて、MR素子において発生する熱の分散性を良好なものとして、熱的な信頼性を保証して、実用性の高い製品を得る。

【解決手段】 基板1上に、電磁誘導型薄膜磁気ヘッド3、磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド4、第1の保護膜15、第1の保護膜15よりも熱伝導率の高い熱分散層16、第2の保護膜17を順次形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に、電磁誘導型薄膜磁気ヘッド、磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド、第1の保護膜、第1の保護膜よりも熱伝導率の高い熱分散層、第2の保護膜が順次形成されてなる複合型薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 第1の保護膜は、第2の保護膜よりも薄膜に形成されている請求項1に記載の複合型薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 基板上に、電磁誘導型薄膜磁気ヘッド、磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド、保護膜が順次形成された複合型薄膜磁気ヘッドにおいて、前記保護膜が、アルミナよりも熱伝導率の高い絶縁体からなることを特徴とする複合型薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 保護膜を構成する絶縁体が窒化アルミニウムである請求項3に記載の複合型薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 基板上に、電磁誘導型薄膜磁気ヘッド、磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド、保護層が順次形成された複合型薄膜磁気ヘッドにおいて、前記保護層が、アルミナとそれより熱伝導率の高い絶縁物との積層膜からなる複合型薄膜磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、書き込み用の電磁誘導型磁気ヘッドが、読み出し用の磁気抵抗効果型磁気ヘッドよりも先に形成されたいわゆるインバースタイプ複合型薄膜磁気ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】コンピュータの高性能化等により、ハードディスク装置等の磁気記録装置の小型化、高容量化が要求されている。ところが、ハードディスク装置の媒体速度がディスク径に依存するように、通常の磁気記録装置は小型化するほど媒体速度が遅くなってしまう。そのため、誘導型磁気ヘッドでは、再生出力が媒体速度に依存するため、磁気記録装置が小型化されて媒体速度が遅くなると、再生出力が低下してしまう。

【0003】これに対して、磁界によって抵抗率が変化する磁気抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果素子（以下、「MR素子」という）の抵抗変化を再生出力電圧として検出する磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド（以下、「MRヘッド」という）は、その再生出力が媒体速度に依存せず、媒体速度が遅くても高い再生出力が得られるという特徴を有しており、磁気記録装置の小型大容量化、特にハードディスク装置の小型大容量化を実現し得るものである。

【0004】また、更なる小型大容量化を達成するために、人工格子多層膜やスピンバルブ膜の巨大磁気抵抗効果を利用する多層膜GMRヘッド、スピンバルブGMRヘッド（SVヘッド）も急ピッチで開発されている。

【0005】これらMRヘッド、GMRヘッドは再生しが行なえないため、情報記録用ヘッドとしての電磁誘導

型薄膜磁気ヘッドと複合して積層され、再生をMRヘッドによって行い、記録は誘導型薄膜磁気ヘッドによって行なう複合型薄膜磁気ヘッドが広く採用されている。

【0006】このような複合型薄膜磁気ヘッドの多くは、基板上に、まず、MRヘッドを形成した上に、誘導型薄膜磁気ヘッドを積層して形成されているが、誘導型薄膜磁気ヘッドを形成する際に熱処理工程が必要であるため、MRヘッドにも高い熱がかかってしまう。例えば、誘導型薄膜磁気ヘッドの記録用薄膜コイルの形成にあたって、絶縁用のレジストを平坦化したりエッチングによるめけを改善してコイルの形状を良くするために、レジストを約280°で数回焼成することがある。すると当然、この下に既に形成されているMRヘッドに高い熱がかかることになる。

【0007】このようにMRヘッドに高い熱がかかると、MR素子の磁気抵抗効果が劣化してしまう。特に、GMR素子は、数nm程度の膜厚の金属積層膜からなるため、各層間の界面で拡散が生じて膜特性が劣化してしまい、磁気抵抗変化率が大幅に減少してしまう。

【0008】したがって、MRヘッドを用いても、複合型薄膜磁気ヘッドとした場合は、誘導型薄膜磁気ヘッドの形成に伴う熱処理によって、高い再生感度が得られなくなるという問題があり、特に、GMR素子を用いたGMRヘッドにおいて深刻な問題となる。

【0009】そこで、近年、記録用の誘導型薄膜磁気ヘッドを形成した後に、MRヘッドを形成して、誘導型薄膜磁気ヘッドを形成する際の熱処理によって、MRヘッドの再生感度が劣化することを防止したいわゆるインバースタイプの複合型薄膜磁気ヘッドが開発されている（例えば、特開平9-245321号公報参照）。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】インバースタイプの複合型薄膜磁気ヘッドは、その製造過程においてMR素子の磁気抵抗効果を破壊して、再生感度が劣化することを防止し得るものではあるが、従来のインバースタイプ複合型薄膜磁気ヘッドは、MR素子（リードエレメント）から発生した熱の伝熱について考慮されておらず、熱的な信頼性に問題があるため、実用化し得るものではなかった。

【0011】図面を参照しつつ説明すると、従前の非インバースタイプ複合型薄膜磁気ヘッドは、図5に示すように、アルチック基板41上に、アルミナからなるアンダーコート42、下層シールド43、アルミナからなる下部絶縁層44、パーマロイ等のMR素子を有するMR素子膜45、該MR素子膜の両端に接続される電極層（図示せず）、上部絶縁層46、上層シールド47が順次積層されて、MRヘッドが構成されている。

【0012】さらに、該MRヘッドの上層シールド47は、誘導型薄膜磁気ヘッドの下層コアと共通とされ、該下層コア47上に、絶縁層48を積層した後、誘導コ

ル層49が形成されている。該コイル層49を絶縁体50で覆った後、上層コア51を積層することにより、電磁誘導型薄膜磁気ヘッドが構成される。その後、保護膜52が全体に積層形成されている。

【0013】かかる非インバースタイプ複合型薄膜磁気ヘッドでは、MR素子45はアルチック基板41の近傍に配置されることとなるため、該MR素子45から発生した熱は、伝熱性が良好なアルチック基板41に分散され、熱的な信頼性を確保できる。

【0014】一方、インバースタイプ複合型薄膜磁気ヘッドの構造は、図6に示すように、アルチック基板61上に、アルミナからなるアンダーコート62、下層コア63、絶縁体64、コイル65、ギャップ66、上層コア67を順次積層することにより誘導型薄膜磁気ヘッドが形成される。

【0015】該ヘッドの上層コア67は、磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの下層シールドと共通とされ、該下層シールド67上に、絶縁層68、MR素子69、上層シールド70を積層することにより、MRヘッドが形成される。そして、全面にアルミナからなる保護膜71が被覆形成されている。

【0016】かかる従来のインバースタイプ複合型薄膜磁気ヘッドでは、MR素子の上方及び下方に、伝熱性の低いアルミナの厚い層（アンダーコート62、並びに、保護膜71）が存在するため、MR素子から発生した熱は、主として伝熱性が比較的高い上下シールド層67、70内を伝達していく。しかし、これらシールド層67、70の膜厚は薄いため、伝熱抵抗が大きくなり、熱的な信頼性に問題が生ずることとなる。

【0017】そこで、本発明は、インバースタイプ複合型薄膜磁気ヘッドにおいて、MR素子において発生する熱の分散性を良好なものとして、熱的な信頼性を保証して、実用性の高い製品を得ることを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するために、次の技術的手段を講じた。即ち、本発明の複合型薄膜磁気ヘッドは、基板上に、電磁誘導型薄膜磁気ヘッド、磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド、第1の保護膜、第1の保護膜よりも熱伝導率の高い熱分散層、第2の保護膜が順次形成されてなるものである。

【0019】かかるインバースタイプ複合型薄膜磁気ヘッドによれば、第1の保護膜及び第2の保護膜により、保護膜としての十分な膜厚を確保しつつ、磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドの磁気抵抗効果素子（MR素子）から発生する熱が、熱伝導率の高い熱分散層によって分散し易くなる。また、熱分散層を構成する材料は、絶縁物でなくともよく、材料の選択の幅が極めて広がるため、生産性、コスト、磁気ヘッドの特性等をも考慮した適宜の材料を採用し得る。

【0020】なお、熱分散層を構成する材料としては、

具体的には、銀（Ag）、アルミニウム（Al）、金（Au）、銅（Cu）、モリブデン（Mo）、タングステン（W）、パラジウム（Pd）、鉛（Pb）、ロジウム（Rh）、炭素（C）、タンタル（Ta）、スズ（Sn）、ケイ素（Si）などの非磁性金属およびこれらの合金、並びに、AlN、BeO、BN、SiCなどの無機材料を採用できる。

【0021】上記複合型薄膜磁気ヘッドにおいて、第1の保護膜を、第2の保護膜よりも薄膜に形成すれば、磁気抵抗効果素子において発生した熱が第1の保護膜を容易に通過して、熱の分散性を向上しつつも、第1の保護膜より厚い第2の保護膜により、各層を確実に保護し得る。

【0022】また、本発明は、基板上に、電磁誘導型薄膜磁気ヘッド、磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド、保護膜が順次形成された複合型薄膜磁気ヘッドにおいて、前記保護膜を、アルミナよりも熱伝導率の高い絶縁体もしくはアルミナとの積層膜により形成したものである。かかる磁気ヘッドにおいても、保護膜がアルミナにより形成された従来のインバースタイプ複合型薄膜磁気ヘッドに比して、MR素子において発生した熱の伝搬性が良好となり、熱的な信頼性が保証される。

【0023】かかる保護膜を構成する絶縁体としては、窒化アルミニウム（AlN）を採用することができる。

【0024】また磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド上の保護層をアルミナとそれより熱伝導率の高い絶縁物との積層膜によって構成することもできる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面に基づいて説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態に係る複合型薄膜磁気ヘッドの断面図であり、該薄膜磁気ヘッドは、アルミナ層からなるアンダーコート2が積層されたアルチック基板1（ Al_2O_3-Ti-C 系基板）上に、電磁誘導型薄膜磁気ヘッド3、磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド（MRヘッド）4、第1の保護膜15、第1の保護膜5よりも熱伝導率の高い熱分散層16、第2の保護膜17を順次積層形成してなるものである。

【0026】誘導型薄膜磁気ヘッド3は、銅（Cu）膜からなるコイル8と、該コイル8の下方に位置する下層コア9（記録インダクティブ下部軟磁性膜層）と、コイル膜8の上方に位置する上層コア10（記録インダクティブ上部軟磁性膜層）とを備え、下層コア9と上層コア10とは、コイル8の中心部で接続されている。

【0027】また、下層コア9の磁気媒体対向部（図1の右側端部）は、上方に隆起形成されて上層コア10の磁気媒体対向部に近接されており、この部分により磁気ギャップが構成される。また、下層コア9と上層コア10の間にはアルミナ（ Al_2O_3 ）等の絶縁物11で充填され、該絶縁物11中にコイル8が埋設されている。

なお、上層コア10の上面は平坦に形成されている。

【0028】上層コア10は、MRヘッド4の下層シールドともなるものであり、該磁気ヘッド4は、前記下層シールド磁性体膜10と、アルミナ等の非磁性体からなる絶縁膜12と、該絶縁膜12の磁気媒体対向部に埋設された磁気抵抗効果素子膜13（MR素子膜）と、該MR素子膜13の両端に接続されるとともに絶縁膜12中に埋設された電極（図示せず）と、軟磁性膜よりなる上層シールド磁性体膜14とを備えている。

【0029】なお上記MR素子膜13としては、SALバイアスMR膜、デュアルストライプMR膜、スピナルブGMR膜、多層膜GMR膜等の種々のものを用いることができる。また磁性膜の端部に磁区制御膜を配置して、自由側磁性膜を単磁区化することにより、外部からの磁界によるバルクハウゼンノイズと呼ばれる波形変動を解消して、良好な再生出力を得ることができる。

【0030】また、下層コア9、上層コア（下層シールド）10及び上層シールド14を構成する軟磁性体としては、パーマロイ（NiFe合金）、FeAl合金、Co系非晶質合金などを採用でき、感磁部13において発生する熱の分散を良好なものとするためには、好ましくは、熱伝導性が高いものを採用する。

【0031】上層シールド14上には、アルミナ等の非磁性体からなる第1の保護層15が積層され、該保護層15上にはアルミナよりも熱伝導性の高い熱分散層16が積層され、該熱分散層16上にアルミナ等の非磁性体からなる第2の保護層17が積層されている。上記熱分散層16は、第1の保護層15及び第2の保護層17よりも熱伝導性の高い材質により構成されている。

【0032】第1の保護層15は、第2の保護層17よりも薄膜に形成されている。具体的には、第1の保護層15の膜厚は、0.05 μ m以上、第2の保護層17の膜厚は、3 μ m以上が好ましい。また、熱分散層16の膜厚は2 μ m以上が好ましい。

【0033】次に、上記複合型薄膜磁気ヘッドの製造工程について図2により簡単に説明する。まず、アルチック基板1上に、アルミナをスパッタリングにより蒸着する等によりアンダーコート2を形成し、該アンダーコート2に、ウェットエッチング或いはArイオンによるドライエッチングを施して、磁気記録媒体との対向領域a及び上下コア接続部bを除いて凹部21を形成する。

【0034】次に、対向領域aと、これに隣接する凹部21と、コア接続領域bとにわたって連続する下層コア9（記録インダクティブ下部磁性膜層）を積層して形成する。その後、凹部21内にアルミナからなる絶縁層22を積層した後、該絶縁層22の上にコイル8を積層形成する。次に、レジストを塗布して、上記対向領域a及び接続領域bを除き、コイル8を被覆する絶縁物23を凹部21に充填し、約220°C〜280°Cで加熱処理して、絶縁物23を硬化させる。

【0035】次に、アルミナを積層して磁気ギャップ層24（第1の絶縁膜）を形成した後、コア接続領域bにおいてギャップ層24に開口を形成する。このギャップ層24の膜厚はライトギャップとなる。次いで、ギャップ層24上に上層コア10（記録インダクティブ上部磁性膜層）を形成し、ギャップ層24に形成した開口を通して下層コア9と接続する。そしてその後、公知の平坦化技術によって全面を平滑化する。

【0036】以上の工程により、誘導型薄膜磁気ヘッド3が形成される。

【0037】誘導型薄膜磁気ヘッド3の上層コア10は、MRヘッド4の下層シールドと共通とされており、該下層シールド10の上にアルミナを積層することにより下部ギャップ層25（第2の絶縁膜）を形成する。その後、下部ギャップ層25上にMR膜13を形成する。さらに、MR膜13の両端部に接続される電極層（図示せず）を積層した後、これらMR膜13及び電極層を覆う上部ギャップ層26を積層形成する。なお、これらギャップ層25、26により、上記絶縁膜12が構成されている。

【0038】その後、上層シールド14を積層形成することにより、MRヘッド4が構成される。

【0039】このMRヘッド4上に、第1の保護膜15を積層形成し、該第1の保護膜15上にスパッタリングやイオンブレーティング或いはメッキ等により熱分散層16を積層形成し、該熱分散層16上に第2の保護膜17を積層形成する。

【0040】上記本実施形態に係る磁気ヘッドによれば、MR素子13の形成前に書き込みヘッド3を形成しているので、コイル8を絶縁する絶縁物23としてレジストを用いた場合、レジストの硬化のための加熱処理を行なっても、軟磁性層に挟まれた非磁性金属層の構成元素が加熱によりそれらの軟磁性層に混入することを防止することができ、これによりMR素子13が劣化するのを防止することができる。

【0041】さらに、MR素子13で発生する熱は、熱分散層16が存在することによって伝熱抵抗が少なくなり、MR素子13の温度上昇を押さえることができ、これにより熱的な信頼性を保証することができる。

【0042】図3は本発明の第2の実施の形態に係る複合型薄膜磁気ヘッドの断面図であり、上記第1の実施の形態と同様の構成については同符号を付して詳細説明を省略するとともに、異なる構成、作用効果について説明する。

【0043】本実施形態では、MRヘッド4上に、アルミナよりも熱伝導率の高い絶縁体、例えば、窒化アルミニウム（AlN）又はダイヤモンド状カーボン（DLC）等からなる単一の保護膜18を、スパッタ法、プラズマCVD法、反応性スパッタ法等により積層形成している。かかる第2実施形態によっても、MR素子13で

発生する熱を、保護膜18に広く分散させることによりMR素子13の温度上昇を抑えることができ、これにより熱的な信頼性を保証することができるとともに、積層工程が少なくなるので、製造コスト低減等を図ることができる。

【0044】図4は本発明の第3の実施の形態に係る複合型薄膜磁気ヘッドの断面図であり、上記第1の実施の形態と同様の構成については同符号を付して詳細説明を省略するとともに、異なる構成、作用効果について説明する。前述した第1の実施の形態は、アルミナ等の第1の保護膜15及び、第2の保護膜17の間に、窒化アルミニウム(AIN)等の熱分散層16を挟んだ層構成を持つものであるが、図4に示す第3の実施の形態に係る複合型薄膜磁気ヘッドは、MRヘッド4上の保護層をより多層化した例を示すものである。

【0045】本実施形態では、MRヘッド4上に、第1アルミナ層19、第1窒化アルミニウム(AIN)層20、第2アルミナ層19'、第2窒化アルミニウム層20'、第3アルミナ層19''が順次積層されている。本実施形態では、アルミナ層19、19'、19''及び窒化アルミニウム層20、20'が交互に積層され、これらによって保護層21が構成されている。本実施形態は、アルミナ層19と窒化アルミニウム層20を双層状態に積層することにより、保護層21全体としての熱伝達率を向上させ、MR素子13の温度上昇を抑えることを意図したものである。図4に示した実施形態では、アルミナ層19と窒化アルミニウム層20が合計5層積層されて保護層21を構成しているが、層の数は任意であり、単にアルミナ層19と窒化アルミニウム層20が一層ずつ積層されたものでもよく、逆に合計6以上の層が積層されたものであってもよい。アルミナ層19と窒化アルミニウム層20の層数及び膜厚を決定するのに際しては、保護層21全体として、公知の保護層の機械的強度・剛性に匹敵する強度・剛性が発揮されるように配慮すべきである。また本実施形態では、アルミナ層19と窒化アルミニウム層20を積層した例を説明したが、もちろん窒化アルミニウム層20に代わってAg、Al等の非磁性の金属およびそれらの合金層、並びに、BeO、SiCなどの無機材料層を採用することもできる。

【0046】以上、3つの実施形態を説明したが、本発

明は上記実施の形態に限定されるものではなく、適宜設計変更できる。

【0047】

【発明の効果】本発明によれば、インバースタイプMR—インダクティブ複合型薄膜磁気ヘッドとしながらも、MR素子から発生した熱を最上層の熱分散層や保護膜へ分散させることができ、熱的な信頼性を確保することができる。特に、反強磁性層、固定側磁性層、非磁性層及び自由側磁性層からなるスピンバルブGMR膜を用いる場合には、ヘッドに数10MA/cm²程度の電流を流すことから、エレクトロマイグレーションによる経時変化が生じることがあり、感磁部であるGMR素子の温度上昇を防ぐ必要性が大きい。本発明によれば、GMR素子において発生する熱の分散性が良好なものとすることができ、スピンバルブGMRヘッドの特性を大きく改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る複合型薄膜磁気ヘッドの縦断面図である。

【図2】同磁気ヘッドの製造工程を説明するための縦断面図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態に係る複合型薄膜磁気ヘッドの縦断面図である。

【図4】本発明の第3の実施の形態に係る複合型薄膜磁気ヘッドの縦断面図である。

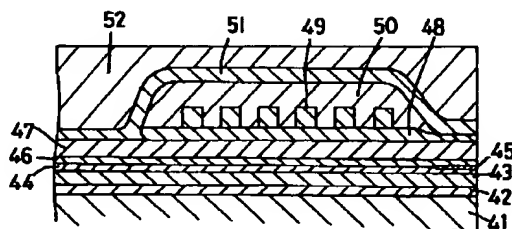
【図5】従来の非インバースタイプ複合型薄膜磁気ヘッドの縦断面図である。

【図6】従来のインバースタイプ複合型薄膜磁気ヘッドの縦断面図である。

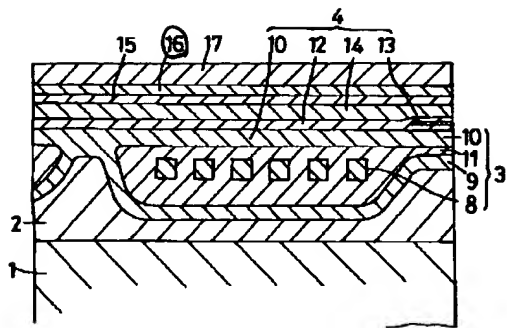
【符号の説明】

- 1 基板
- 3 電磁誘導型薄膜磁気ヘッド
- 4 磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド(MRヘッド)
- 15 第1の保護膜
- 16 熱分散層
- 17 第2の保護膜
- 18 保護膜
- 19 熱分散層(アルミナより熱伝導率の高い絶縁物)
- 20 保護層(アルミナ)

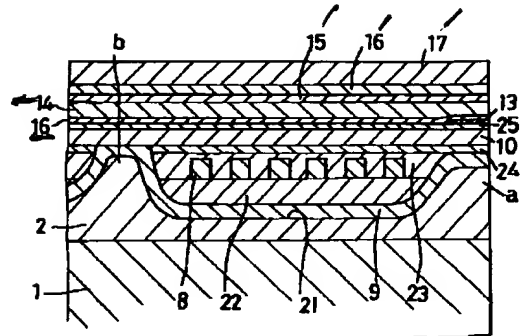
【図5】



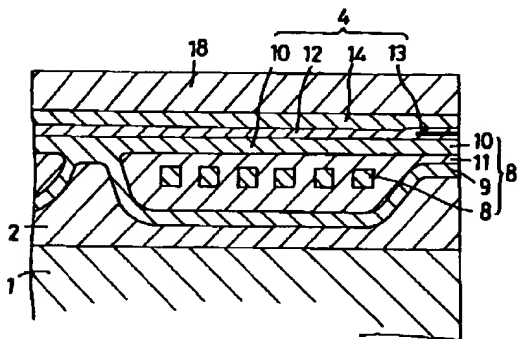
【図1】



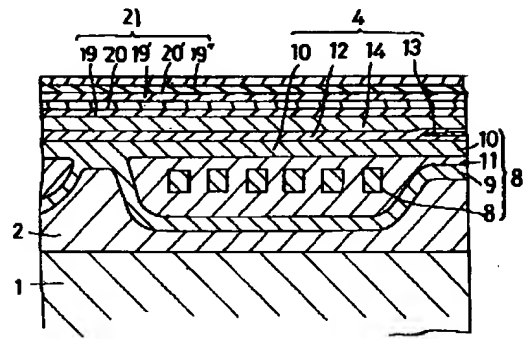
【図2】



【図3】



【図4】



【図6】

